



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 39 147 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
C 08 J 11/04

⑳ Aktenzeichen: 198 39 147.1
㉔ Anmeldetag: 28. 8. 1998
㉕ Offenlegungstag: 2. 3. 2000

DE 198 39 147 A 1

㉑ Anmelder:
Marzinkowski, Joachim M., Prof. Dr., 40221
Düsseldorf, DE

㉒ Vertreter:
Paul und Kollegen, 41464 Neuss

㉓ Erfinder:
Erfinder wird später genannt werden

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉖ Verfahren zur Aufbereitung von gebrauchtem Kunststoffmaterial sowie Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens

DE 198 39 147 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufbereitung von gebrauchtem thermoplastischen Kunststoffmaterial, welches mit einem insbesondere organischen Farbstoff eingefärbt ist, zum Zwecke der Wiederverwendung des Kunststoffmaterials.

Zur Schonung der Erdölreserven werden gebrauchte Kunststoffmaterialien zunehmend recycelt, um sie einer erneuten Verwendung zuzuführen. Bei thermoplastischen Kunststoffmaterialien besteht das einfachste Recyclingverfahren darin, daß die Kunststoffmaterialien unsortiert gesammelt und eingeschmolzen werden. Aus der Schmelze können dann Formteile, beispielsweise Gebrauchsgegenstände, Gehäuse – jedoch mit großen Einschränkungen – auch für die Herstellung textiler Flächengebilde geeignete Fäden gebildet werden.

Die meisten thermoplastischen Kunststoffmaterialien können ohne vorherige Sortierung nur für minderwertige oder in der Menge begrenzte, weil schwarz eingefärbte Gegenstände verwendet werden, da der Kunststoff nicht sortenrein vorliegt und zudem auch mit Farbstoffen verschiedener Farben eingefärbt ist. Eine Sortierung ist in vielen Bereichen wirtschaftlich nicht vertretbar. Es gibt jedoch Bereiche, in denen beachtliche Mengen an sortenreinen Kunststoffmaterialien anfallen, beispielsweise die aus Polyester bestehenden Sitzbezugsstoffe von Automobilen oder bestimmte Arten von Bekleidungsstücken, wie wasserundurchlässige, jedoch dampfdurchlässige Regenjacken, wie sie unter den Marken "Goretex" und "Sympatex" bekannt sind. Im letzteren Fall ist durch organisatorische Maßnahmen und Kennzeichnung erreicht worden, daß das Kunststoffmaterial beim Recyclieren sorten- und farbgleich vorliegt und deshalb das eingeschmolzene Kunststoffmaterial nahezu die gleiche Qualität hat wie das ungebrauchte Ausgangsmaterial.

Die hierfür erforderlichen organisatorischen Maßnahmen sind jedoch aufwendig. Zudem liegt es im modischen Trend, Sitzbezugsstoffe – wie andere Bezugsstoffe – und auch Regenjacken mehrfarbig zu gestalten. Ein Einschmelzen solcher Kunststoffmaterialien hat zwingend zur Folge, daß sich eine meist unansehnliche Mischfarbe bildet, so daß das Kunststoffmaterial nicht mehr für den bisherigen Verwendungszweck geeignet ist, sondern – wie schon oben dargestellt – nur noch minderwertigen Anwendungen zugeführt werden kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bereitzustellen, mit dem eingefärbte thermoplastische Kunststoffmaterialien zum Zwecke ihrer Wiederverwendung so aufbereitet werden, daß das Kunststoffmaterial nach dem Einschmelzen wieder einer hochwertigen Verwendung, vorzugsweise der gleichen Verwendung wie vorher, zugeführt werden kann. Eine weitere Aufgabe besteht in der Gestaltung einer für die Durchführung des Verfahrens geeigneten Vorrichtung.

Die erste Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Kunststoffmaterial durch Einwirken eines Behandlungsgases in überkritischem Zustand und bei einer zwischen der Glasübergangstemperatur und der Schmelztemperatur des Kunststoffmaterials liegenden Einwirkungstemperatur wenigstens teilweise entfärbt wird. Grundgedanke der Erfindung ist es somit, das Kunststoffmaterial möglichst weitgehend, im Idealfall vollständig von dem Farbstoff zu befreien und es erst dann einzuschmelzen. Man erhält auf diese Weise eine im wesentlichen farbstofffreie Kunststoffschmelze, aus der dann Kunststoffmaterial in jeder gewünschten Form, insbesondere auch für textile Zwecke geeignete Kunststoffäden oder -fasern, gewonnen werden können. Diese Produkte lassen sich anschließend mit jeder ge-

wünschten Farbe einfärben und damit für die Herstellung derselben Produkte verwenden, von denen sie stammen. Dabei ist man bei der erneuten Einfärbung an die ursprüngliche Einfärbung nicht mehr gebunden und kann deshalb auf aktuelle Farbmoden Rücksicht nehmen.

Überraschenderweise hat sich gezeigt, daß durch die Einwirkung eines Behandlungsgases in überkritischem Zustand und bei einer zwischen der Glasübergangstemperatur und der Schmelztemperatur des Kunststoffmaterials liegenden Einwirkungstemperatur eine gründliche Entfärbung des Kunststoffmaterials erzielt wird. Dabei ist von besonderem Vorzug, daß gleichzeitig auch durch den Gebrauch entstandene Verschmutzungen wie Nikotin, Anti-Elektrostatika, Gleit- und Wachsmittel etc. entfernt werden, so daß nach dem erfindungsgemäßen Verfahren ein weitgehend entfärbtes und zudem gereinigtes Kunststoffmaterial vorliegt, das sich mit anderen, nach dem erfindungsgemäßen Verfahren aufbereiteten Chargen mischen und einschmelzen läßt.

Besonders geeignet für das erfindungsgemäße Verfahren ist ein Behandlungsgas, das zumindest im wesentlichen aus CO₂ besteht. Dieses Behandlungsgas eignet sich deshalb besonders, weil es problemlos handhabbar ist, aus der Luft gewonnen und in diese wieder abgegeben und deshalb umweltneutral ist, in beliebiger Menge zur Verfügung steht und seinen überkritischen Zustand bei den hier in Frage stehenden Einwirkungstemperaturen bei beherrschbaren Drücken erreicht. Dem Behandlungsgas können Zusatzgase beige-mischt sein, die beispielsweise als Fettlöser wirken.

Für eine möglichst weitgehende Entfärbung des Kunststoffmaterials und zwecks Erreichen möglichst kurzer Einwirkungszeiten sollte das Kunststoffmaterial vor dem Entfärben zerkleinert, beispielsweise gemahlen werden, es sei denn, das Kunststoffmaterial liegt schon in kleinteiliger Form vor. Hierdurch erreicht man eine große Oberfläche des Kunststoffmaterials mit der Folge, daß die Diffusionswege kurz sind und folglich der Entfärbungsvorgang zügig von-statten geht.

Für das erfindungsgemäße Verfahren sollten nach Möglichkeit sortenreine Kunststoffmaterialien verwendet werden oder jedenfalls solche, die im wesentlichen gleiche Glasübergangs- und Schmelztemperaturen aufweisen. Ferner ist es für die Entfärbungswirksamkeit von Vorteil, wenn für einen Entfärbungsvorgang im wesentlichen farblich gleiche – sie können auch mehrfarbig sein – Kunststoffmaterialien eingesetzt werden.

Die durch das überkritische Behandlungsgas extrahierten Farbstoffe sollten durch ein Absorptions- und/oder Adsorptionsmittel möglichst umgehend gebunden werden, um ein erneutes Eindiffundieren zu verhindern. Als Adsorptionsmittel eignet sich insbesondere feinst vermahlene Aktivkohle. Der angelagerte Farbstoff und weitere Restprodukte liegen dann in Pulverform vor und können nach Abklärung der chemischen Verwendbarkeit ebenfalls in einen Wertstoffkreislauf gegeben werden.

Der zweite Teil der Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung gelöst, die gekennzeichnet ist durch einen Druckbehälter als Behandlungsraum für das Kunststoffmaterial, einen Behandlungsgas enthaltenden Gasbehälter mit einer einen Gasförderer aufweisenden Gaszufuhr zu dem Druckbehälter sowie mit einer Heizeinrichtung für die Aufheizung des Behandlungsgases. Das aufzubereitende Kunststoffmaterial kann in den Gasbehälter eingesetzt werden. Vom Gasbehälter kann dann das Behandlungsgas über die Gaszufuhr in den Druckbehälter eingeführt und dort über die Heizeinrichtung auf die Einwirkungstemperatur gebracht werden. Die Heizeinrichtung kann auch als Durchlaufheizeinrichtung Teil der Gaszufuhr sein.

Der Gasförderer ist zweckmäßigerweise als Kompressor

ausgebildet, um den notwendigen Druck zwecks Erhalt des überkritischen Zustandes aufzubauen. Die Heizeinrichtung kann beispielsweise als Heizmantel im Druckbehälter ausgebildet sein, wie dies bei Autoklaven der Fall ist. Innerhalb des Druckbehälters ist zweckmäßigerweise eine Trageinrichtung für das Kunststoffmaterial angeordnet, um es dem Behandlungsgas von allen Seiten aussetzen zu können. Sofern die Trageinrichtung Wandungen aufweist, sollten diese aus dem vorgenannten Grund perforiert ausgebildet sein. Für die Aufbereitung von textilen Flächengebilden, wie Geweben, Gewirken, Gestricken oder dergleichen, eignet sich eine Traghülse als Trageinrichtung.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, daß die Trageinrichtung drehbar gelagert ist und mittels eines Drehantriebs in Drehbewegung versetzbar ist. Dies fördert die Diffusion des Behandlungsgases. Ferner sollte eine Ab- und/oder Adsorptionseinrichtung für die Ab- bzw. Adsorption des Farbstoffes vorgesehen sein. Deren Wirksamkeit wird verbessert, wenn sie in einem Gaskreislauf mit einer Gasfördereinrichtung angeordnet ist, so daß das in dem Druckbehälter befindliche Behandlungsgas kontinuierlich und gerichtet durch die Ab- bzw. Adsorptionseinrichtung geführt wird. Damit das Behandlungsgas dabei nicht an Temperatur verliert, sollte der Gaskreislauf zusätzlich ein Heizgerät aufweisen.

Schließlich ist nach der Erfindung vorgesehen, daß zusätzlich eine Zerkleinerungseinrichtung vorhanden ist, in der das Kunststoffmaterial zunächst in kleine Teilchen zerkleinert und erst dann dem Druckbehälter zugeführt wird.

In der Zeichnung ist die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels für die Vorrichtung näher veranschaulicht. Hauptteil der Vorrichtung 1 ist ein Autoklav 2, der im Querschnitt dargestellt ist und der einen Heizmantel 3 aufweist. In dem Autoklav 2 befindet sich eine Traghülse 4, deren Mantel perforiert ist und die oben- und untenseitig Randscheiben 5, 6 aufweist. Auf die Traghülse 4 kann beispielsweise ein textiles Flächengebilde aufgewickelt werden. Die Traghülse 4 hängt an einer Drehwelle 7, die nach oben aus dem Autoklav 2 herausragt und mit einem Antriebsmotor 8 verbunden ist.

Eine CO₂ enthaltende Gasflasche 9 ist über eine Gaszufuhrleitung 10 mit dem Innenraum des Autoklaven 2 verbunden. In der Gaszufuhrleitung 10 sitzt ein Kompressor 11, der das CO₂-Gas aus der Gasflasche 9 auf einen hohen Druck bringt und in den Autoklaven 2 befördert. Vor und hinter dem Kompressor 11 sind hier nicht näher dargestellte Ventile in die Gaszufuhrleitung 10 eingebaut, um die Gaszufuhr einstellen zu können.

Unterhalb des Bodens des Autoklaven 2 ist ein Aktivkohlebehälter 12 angeordnet, der zum Innenraum des Autoklaven 2 hin offen ist. Die Unterseite des Aktivkohlebehälters 12 ist an eine Zirkulationsleitung 13 angeschlossen, in der in Strömungsrichtung gesehen nacheinander ein Heizgerät 14, eine Zirkulationspumpe 15 und ein Filter 16 eingebaut sind. Die Zirkulationsleitung 13 mündet nach dem Filter 16 wieder in den Innenraum des Autoklaven 2. Mit Hilfe der Zirkulationspumpe 15 kann das in dem Autoklaven 2 befindliche Gas durch den Aktivkohle enthaltenden Aktivkohlebehälter 12 hindurchgesaugt und dann wieder in den Autoklaven 2 zurückgeführt werden, wobei das Heizgerät 14 dafür sorgt, daß der mit der Zirkulation verbundene Wärmeverlust wieder ausgeglichen wird.

Vom Deckel des Autoklaven 2 geht eine Gasmeßleitung 17 zu einer Meßeinrichtung 18. Hier werden Druck und Temperatur des in dem Autoklaven 2 befindlichen Behandlungsgases gemessen und zu deren Kontrolle angezeigt. Ferner ist eine Abableitung 19 vorhanden, die durch ein hier nicht näher dargestelltes Ventil, das während des Aufberei-

tungsprozesses geschlossen ist, geöffnet werden kann.

Für die Durchführung des erfindungsgemäßen Entfärbungsverfahrens wird die Traghülse 4 aus dem Autoklaven 2 entnommen und das textile Flächengebilde aufgewickelt.

Nach dem Einsetzen der Traghülse 4 und der Verbindung mit der Drehwelle 7 wird der Autoklav 2 geschlossen. Dann wird Behandlungsgas aus der Gasflasche 9 genommen und mittels des Kompressors 11 mit hohem Druck in den Autoklaven 2 eingeführt. Sofern das textile Flächengebilde aus Polyester besteht, wird das Behandlungsgas durch den Heizmantel 3 auf eine Einwirkungstemperatur von ca. 130°C erhitzt. Damit bei dieser Temperatur ein überkritischer Zustand des Behandlungsgases CO₂ erreicht wird, wird das Behandlungsgas auf einen Druck von 280 bar gebracht.

Während der Einwirkung des Behandlungsgases unter den vorgenannten Druck- und Temperaturbedingungen wird die Traghülse 4 durch den Antriebsmotor 8 ständig gedreht, und zwar mit einer Drehzahl von 600 U/min. Gleichzeitig wird das Behandlungsgas über die Zirkulationspumpe 15 in der Zirkulationsleitung 13 umgewälzt, wobei es den Aktivkohlebehälter und die darin enthaltene, feinst gemahlene Aktivkohle passiert. Die durch das Behandlungsgas aus dem Kunststoffmaterial extrahierten Farbstoffe lagern sich in Pulverform an der Aktivkohle an. Nach ca. einer Stunde ist der Farbstoff weitgehend aus dem Kunststoffmaterial entfernt, und es kann aus dem Autoklaven 2 entnommen werden.

Die Wirksamkeit des Verfahrens läßt sich verbessern, wenn das Kunststoffmaterial zuvor zerkleinert wird, da aufgrund der dann vorhandenen größeren Oberflächen geringere Diffusionswege gegeben sind. Nach dem Entfärbungsvorgang kann das Kunststoffmaterial eingeschmolzen werden, wobei auch eine Vielzahl von in dem Autoklaven 2 aufbereiteten Chargen gemeinsam eingeschmolzen werden können. Aus der Schmelze lassen sich dann wieder Fasern oder Fäden mit üblichen Methoden herstellen, die je nach gewünschtem Verwendungszweck weiterverarbeitet werden, um textile Flächengebilde herzustellen. Diese können dann wieder eingefärbt und/oder bedruckt werden. Anschließend erfolgt die Konfektionierung und Verarbeitung zum Endprodukt, z. B. zur Herstellung von Autositzen. Dieser Stoffkreislauf kann nach den bisher vorliegenden Erfahrungen bis zu zehnmal vollzogen werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Aufbereitung von gebrauchtem thermoplastischen Kunststoffmaterial, welches mit einem insbesondere organischen Farbstoff eingefärbt ist, zum Zwecke der Wiederverwendung des Kunststoffmaterials, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Kunststoffmaterial durch Einwirken eines Behandlungsgases in überkritischem Zustand und bei einer zwischen der Glasübergangstemperatur und der Schmelztemperatur des Kunststoffmaterials liegenden Einwirkungstemperatur wenigstens teilweise entfärbt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein CO₂ im wesentlichen enthaltendes oder daraus bestehendes Behandlungsgas verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Kunststoffmaterial vor dem Einfärben zerkleinert wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Kunststoffmaterial im wesentlichen sortenrein entfärbt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß für einen Entfärbungsvorgang im wesentlichen farblich gleiche Kunststoffmate-

rialien eingesetzt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß beim Entfärben ein Ab- und/oder Adsorptionsmittel zur Bindung des Farbstoffs verwendet wird.

5

7. Vorrichtung (1) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch einen Druckbehälter (2) als Behandlungsraum für das Kunststoffmaterial, einen ein Behandlungsgas enthaltenden Gasbehälter (9) mit einer einen Gasförderer (11) aufweisenden Gaszufuhr (10) zu dem Druckbehälter (2) sowie mit einer Heizeinrichtung (3) für die Aufheizung des Behandlungsgases.

10

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Gasförderer als Kompressor (11) ausgebildet ist.

15

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizeinrichtung als Heizmantel (3) im Druckbehälter (2) ausgebildet ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Druckbehälter (2) eine Trageinrichtung (4) für das Kunststoffmaterial angeordnet ist.

20

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Trageinrichtung (4) perforierte Wänden aufweist.

25

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Trageinrichtung als Traghülse (4) ausgebildet ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Trageinrichtung (4) drehbar gelagert ist und mittels eines Drehantriebs (8) in Drehbewegung versetzbar ist.

30

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine Ab- und/oder Adsorptionseinrichtung (12) für die Ab- bzw. Adsorption des Farbstoffs vorgesehen ist.

35

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Ab- bzw. Adsorptionseinrichtung (12) in einem Gaskreislauf (13) mit einer Gasfördereinrichtung (15) angeordnet ist.

40

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Gaskreislauf (13) zusätzlich ein Heizgerät (14) für das darin zirkulierende Behandlungsgas aufweist.

45

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich eine Zerkleinerungseinrichtung vorgesehen ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65

- Leerseite -

